

23/688747

AP2004/013294 10 AUG 2005

5

10

15 **Linear-Antrieb, insbesondere Zahnstangenantrieb**

20 Die vorliegende Erfindung betrifft einen Linear-Antrieb,
insbesondere Zahnstangenantrieb, mit zumindest einem
Motorelement, welches an oder in einem Halteelement
gelagert ist, wobei das Motorelement direkt oder indirekt
ggf. über ein integriertes Getriebe ein Ritzel antreibt,
25 welches mit einer Linearführung zusammenwirkt sowie ein
Verfahren zum Betreiben des Linear-Antriebes.

Die herkömmlichen Linear-Antriebe bzw. herkömmliche
Zahnstangenantriebe sind in vielfältiger Form und
30 Ausführung im Markt bekannt und gebräuchlich. Bei diesen
wird, um ein Spiel eines Getriebes auszugleichen über einen
gemeinsamen Antriebsstrang mittels Motorelement und ggf.
integriertes oder nachgeschaltetes Getriebe ein Ritzel
angetrieben, welches mit einer Linearführung zusammenwirkt.
35 Dabei besteht meistens zwischen Ritzel und Linearführung

ein geringfügiges Spiel, insbesondere ein Zahnflankenspiel, sollte Ritzel und Linearführung flankenbehaftet sein.

Nachteilige hieran ist, dass bei den herkömmlichen
5 Linearantrieben bzw. Zahnstangenantrieben mit Ritzel und
Zahnstange, eine Maschinengenauigkeit und eine
Maschinendynamik erheblich vermindert ist, da bspw.
Getriebesteifigkeiten schwanken. Zudem unterliegen die
Zahnflanken vom Ritzel und Linearführung einem gewissen
10 Verschleiss, was ebenfalls ein Spiel verursacht.
Insbesondere wird der hohe Verschleiss sowie auch die
Ungenauigkeit durch die mechanisch harte Vorspannung des
Getriebes verursacht, wodurch sehr grosse Getriebe
eingesetzt werden müssen.

15

Dabei ist eine Vorspannkraft auf das Ritzel keinesfalls
konstant, da bspw. bei bspw. unterschiedlichen Belastungen,
Geschwindigkeiten sowie auch Beschleunigungen und
Ungenauigkeiten in der Linearführung ein unterschiedlicher
20 Verschleiss verursacht wird bzw. von vornherein durch
Fertigungsungenauigkeiten gegeben ist.

Ferner werden Ungenauigkeiten der Linearführung infolge
bspw. Wärmedehnung nicht ausgeglichen, wobei
25 unterschiedlicher Verschleiss an Linearführung und Ritzel
verursacht wird. Heutzutage ist jedoch eine höhere
Genauigkeit eines Linear-Antriebes, welcher gegenüber einer
Linearführung verfahren oder eine Linearführung, die
gegenüber dem feststehenden Linear-Antrieb bewegt wird,
30 erforderlich. Dieses ist mit den herkömmlichen Linear-
Antrieben nicht zu gewährleisten.

Derartige Linear-Antriebe können bspw. Anwendung finden in
sämtlichen Werkzeugmaschinen, Lasermaschinen,
35 Fräsermaschinen, Holzbearbeitungslaser od. dgl..

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde einen Linear-Antrieb der eingangs genannten Art zu schaffen, welcher die genannten Nachteile beseitigt, und mit welchem auf einfache, effektive und kostengünstige Weise eine wählbare Vorspannung des Ritzels gegenüber der Linearführung im Betrieb, auch bei sich ändernden Lasten und Beschleunigen möglich sein soll. Zudem soll der Motorstrombedarf reduziert werden, ein Verschleiss der Ritzel und Linearführung sowie der Getriebeelemente soll ebenfalls bei Erhöhung der Gesamtsteifigkeit reduziert werden können.

Zur Lösung dieser Aufgabe führen die Merkmale der Kennzeichen des Patentanspruches 1 sowie die der nebengeordneten Patentansprüche.

Bei der vorliegenden Erfindung hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, dass mittels eines Aktuators das Halteelement, welches der Aufnahmelagerung von Motor- und/oder Getriebeelementen dient und an welches bzw. an welche das Ritzel anschliesst, gegenüber einem festgelegten Aufnahmeelement bewegbar ist.

Dabei sind entsprechende Führungselement vorgesehen, die als Linearführungen vorzugsweise Blattfederelemente, Wälzführungen od. dgl. ausgebildet sein können, die eine gewisse Vorspannung bzw. eine wählbare Vorspannung im Betrieb permanent gewährleisten. Die gewählte Vorspannung kann permanent im Betrieb konstant gehalten werden, in dem über entsprechende Kraft- und/oder Wegsensoren permanent die Kraft, die auf das Ritzel wirkt, gemessen wird und über die Aktuatoren nachgeregelt wird. Auf diese Weise lässt sich eine Vorspannkraft permanent im Betrieb konstant halten. Bevorzugt sind in der Einheit auch Kraftsensoren

für Vorschub und/oder Vorspannkraft integriert, so dass
einstellbar über die Aktuatoren im Betrieb ein Einfluss auf
die Vorspannkraft genommen werden kann. Auch wird hierdurch
gewährleistet, dass das Ritzel mit einer permanent
5 konstanten wählbaren Vorspannkraft die Linearführung
beaufschlagt, wobei die Vorspannkraft entsprechend last-
und/oder beschleunigungs- und/oder geschwindigkeitsabhängig
im Betrieb angepasst bzw. verändert wird. Hierdurch lässt
sich eine Spielfreiheit bei einer erhöhten
10 Maschinengenauigkeit und erhöhten Maschinendynamik
gewährleisten, so dass eine höhere Maschinenperformance an
bspw. Werkzeugmaschinen mit schnellen Vorschüben wie bspw.
Laserschneid- sowie Laserstanzmaschinen gewährleistet
werden kann. Ferner wird eine äusserst schmale Bauweise
15 durch einen breiten Adaptionsbereich gewährleistet, der
eine schnelle Montage im Betrieb bei minimalen
Verschleissen und geringen Wartungsaufwand gewährleistet.

Durch einen relativ grossen Verstellweg lässt sich nicht
20 nur die Spielfreiheit bei hohen Fertigungsabweichungen,
Verschleiss und Wärmedehnungen erreichen, sondern auch die
Montage durch Wegfall von Justierungen der Lage des
Motorelementes und der Ausrichtung und Geradheit der
Linearführung wesentlich erleichtern.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in

5

Figur 1 eine perspektivisch dargestellte Ansicht auf einen erfindungsgemässen Linear-Antrieb;

Figur 2a eine schematisch dargestellte perspektivische
10 Draufsicht auf einen weiteren Linear-Antrieb;

Figur 2b eine perspektivisch dargestellte Rückansicht des Linear-Antriebes gemäss Figur 2a.

15 Gemäss Figur 1 weist ein erfindungsgemässer Linear-Antrieb R_1 ein Halteelement 1.1 auf, welches in etwa plattenartig ausgebildet ist, und einer Aufnahme eines Motorelementes 2 mit ggf. nachgeschaltetem oder integriertem Getriebe 3 dient, welchem ein Ritzel 4 aufsitzt. Das Ritzel 4 wirkt
20 mit einer Linearführung 5 zusammen bzw. kämmt diese. Das Ritzel 4 kann bspw. als Zahnrad ausgebildet sein, und kämmt entsprechende Zahnflanken der Linearführung 5.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung soll jedoch liegen,
25 dass bspw. der Linear-Antrieb R_1 gegenüber der Linearführung 5 bewegbar bzw. verfahrbar ist, in dem das Ritzel 4 angetrieben wird, oder der Linear-Antrieb R_1 bzw. an einem Maschinengestell oder beliebigen Untergrund festgelegt ist und die Linearführung 5 antreibt. Als
30 Linearführung 5 können Zahnstangen, gradlinige Führungen, Kurvenbahnen oder sogar Kreisbahnen vorgesehen sein. Hierauf sei die Erfindung nicht beschränkt. Auch soll daran gedacht sein, dass bspw. lediglich über Reibschluss das Ritzel 4 mit der Linearführung 5 zusammenwirkt und den

Linear-Antrieb R_1 oder die Linearführung 5 gegenüber dem Linear-Antrieb R_1 bewegt wird.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel durchgreift das Motorelement 2 und/oder Getriebe 3 mit aufsitzendem Ritzel 4 ein Aufnahmeelement 6 im Bereich einer Öffnung 7. Bevorzugt ist das Aufnahmeelement 6 ortsfest feststehend ausgebildet bzw. angeordnet. Dabei ist das Aufnahmeelement 6 plattenartig ausgebildet und liegt parallel dem Haltelement 1.1 dicht oder geringfügig beabstandet auf.

Im Bereich einer Oberseite 8 und im Bereich einer Unterseite 9 sind Haltelement 1.1 sowie Aufnahmeelement 6, vorzugsweise in jeweils seitlichen Bereichen, mit als Blattfedern 10 ausgebildeten Führungselementen 11, miteinander verbunden. Die Führungselemente 11 bzw. Blattfeder-elemente 10 lassen lediglich eine Linearführung 5 bzw. eine Bewegung des Halteelementes 1.1 gegenüber dem Aufnahmeelement 6, wie es in Doppelpfeilrichtung X dargestellt ist, zu.

Um das Halteelement 1.1 gegenüber dem Aufnahmeelement 6 linear in dargestellter Doppelpfeilrichtung X hin- und herzubewegen und damit das Motorelement 2 und/oder Getriebe 3 bzw. dessen Ritzel 4 gegenüber die Linearführung 5 in Doppelpfeilrichtung X linear hin- und herzubewegen, sitzt zumindest ein Aktuator 12.1, 12.2 über ein dem Aufnahmeelement 6 zugeordnetes Verbindungsstück 13 zwischen Halteelement 1.1 und Aufnahmeelement 6. Das Verbindungsstück 13 weist einen Flansch 14 auf welcher zumindest teilweise in eine Ausnehmung 15 des Halteelementes 1.1 eingreift. Zwischen diesem Flansch 14 und einem hier nicht näher bezifferten Flansch des Halteelementes 1.1 ist der Aktuator 12.1, 12.2 vorzugsweise als Piezoaktor eingesetzt. Hierdurch lässt sich bspw. bei

Ausdehnung das Ritzel 4 gegen die Linearführung 5 bewegen, um eine Spielfreiheit sowie eine Zweiflankenberührung permanent zu gewährleisten.

- 5 Damit die entsprechende Kraft bzw. Vorspannung exakt bestimmt werden kann, die als Vorspannkraft erforderlich ist, um eine permanente Spielfreiheit zwischen Ritzel 4 und Linearführung 5 zu gewährleisten, sind entsprechende Kraft- und/oder Wegsensoren 16 dem Führungselement 11 bzw. dem
- 10 Blattfederelement 10 zugeordnet. Dabei können auch die entsprechenden Kraft- und/oder Wegsensoren 16 dem Verbindungsstück 13 und/oder dem Aktuator 12.1, 12.2 zugeordnet sein.
- 15 Auch soll im Rahmen der vorliegenden Erfindung liegen, dass zumindest ein Kraft- und/oder Wegsensor 16, der horizontale und vertikale Kräfte messen kann, dem Motorelement 2 und/oder Getriebe 3 zugeordnet sein kann, um unmittelbar permanent die Kraft zu ermitteln, die auf das Ritzel 4 bzw.
- 20 auf das Halteelement 1.1 wirkt. Entsprechend sich ändernder Vorschübe bzw. Beschleunigungen lässt sich im Betrieb permanent und regelbar eine Vorspannkraft bzw. Vorspannung zwischen Ritzel 4 und Linearführung 5 zur Gewährleistung von Spielfreiheit und/oder Zweiflankenberührung anpassen,
- 25 regeln und einstellen bzw. verändern.

Auf diese Weise lässt sich im Betrieb, bei bspw. sich ändernden Beschleunigungen oder Lasten bzw. anliegenden Lasten oder transportierten Lasten die Vorspannkräfte

30 zwischen Ritzel 4 und Linearführung 5 regeln, so dass immer eine spielfreie Verbindung zwischen Ritzel 4 und Linearführung 5 gewährleistet ist. Dies hat zum Vorteil, dass sehr exakt und präzise sich der Linear-Antrieb R_1 gegenüber der Linearführung 5 oder die Linearführung 5

35 gegenüber dem festgelegten Linear-Antrieb R_1 bewegen lässt.

In dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung
gemäss den Figuren 2a und 2b ist ein weiterer Linear-
Antrieb R2 aufgezeigt, der im wesentlichen die o. g.
5 Bauteile aufweist.

Anstelle der beidseitig eingesetzten Aktuatoren 12.1, 12.2
ist ein Aktuator 12.3 als Spindelantrieb 17 ausgeführt,
welcher im Bereich einer Oberseite 8 vorzugsweise fest mit
10 dem Halteelement 1.2 verbunden ist.

Das Halteelement 1.2 ist gegenüber dem Aufnahmeelement 6
geringfügig beabstandet. Halteelement 1.2 und
Aufnahmeelement 6 sind über entsprechende als
15 Führungselemente 11, ausgebildet als Blattfederelemente 10
miteinander verbunden. Die Blattfederelemente 10 sind
vorzugsweise in entsprechenden, nicht näher bezifferten
Flanschen von Halteelement 1.1, 1.2 bzw. Aufnahmeelement 6
angeordnet und verbinden diese miteinander. Die
20 Blattfederelemente 10 lassen eine Linearführung in
dargestellter Doppelpfeilrichtung X gegeneinander zu, wobei
im bevorzugten Ausführungsbeispiel das Aufnahmeelement 6
ortsfest ist. Anstelle der Blattfederelemente 10 als
Führungselemente 11 können auch Linearführungen 5,
25 schwalbenschwanzartige Linearführungen od. dgl. vorgesehen
sein. Hierauf sei die Erfindung nicht beschränkt.

Der Spindelantrieb 17 steht mit einer Spindel und einem
Keil 18 in Verbindung, der in dargestellter Y-Richtung hin-
30 und herbewegbar ist. Der Keil 18 steht mit einem Flansch 19
in Verbindung, welcher im Bereich der Oberseite 8 in etwa
lotrecht von dem Aufnahmeelement 6 abragt und fest mit
diesem verbunden ist.

Durch Bewegen des Keiles 18 in dargestellter Doppelpfeilrichtung Y, lässt sich das Haltelemente 1.2 in dargestellter Doppelpfeilrichtung X gegenüber dem Aufnahmeelement 6 hin- und herbewegen. Auf diese Weise
5 lässt sich das Halteelement 1.2, Motorelement 2 und/oder Getriebe 3 mit anschliessendem Ritzel 4 gegenüber einer Linearführung 5 in dargestellter Doppelpfeilrichtung X zur Gewährleistung einer Spielfreiheit und einer exakten Zweiflankenberührung aktiv antreibbar und im Betrieb
10 regelbar hin- und herbewegen.

Auch hier sind dem Motorelement 2 und/oder Getriebe 3 Kraft- und/oder Wegsensoren 16 zugeordnet, die eine sich ändernde horizontale und vertikale Kraft im Betrieb des
15 Ritzels 4 zur Linearführung 5 ermitteln. Durch diese Kraftermittlung lässt sich dann der entsprechende Aktuator 12.3 bzw. Spindelantrieb 17 betätigen, um bei sich ändernden Beschleunigungen, Lasten od. dgl. Parameter, das Ritzel 4 bzw. das Halteelemente 1.2 gegenüber dem
20 Aufnahmeelement 6 zu bewegen und somit eine Vorspannkraft zu verändern.

Dabei können auch die entsprechenden Blattfederelemente 10 mit Kraft- und/oder Wegsensoren 16 versehen sein, um die
25 entsprechenden Kräfte oder Vorspannungen im Betrieb zu ermitteln und Vorspannkraft durch Betätigen des Aktuators 12.3 auch im Betrieb zu regeln bzw. zu verändern.

Anstelle von Piezoaktoren oder Spindelantrieben mit Keil
30 können auch Exzenter-, Kniehebel- oder Spindelantriebe mit Hebel zum Einsatz kommen. Hierauf sei die vorliegende Erfindung nicht beschränkt.

DR. PETER WEISS & DIPL.-ING. A. BRECHT
 Patentanwälte
 European Patent Attorney

5

Aktenzeichen: P 3099/PCT

Datum: 22.11.2004

B/HE/HU

Positionszahlenliste

1	Halteelement	34		67	
2	Motorelement	35		68	
3	Getriebe	36		69	
4	Ritzel	37		70	
5	Linearführung	38		71	
6	Aufnahmeelement	39		72	
7	Öffnung	40		73	
8	Oberseite	41		74	
9	Unterseite	42		75	
10	Blattfederelement	43		76	
11	Führungselement	44		77	
12	Aktuator	45		78	
13	Verbindungsstück	46		79	
14	Flansch	47			
15	Ausnehmung	48		R1	Linear-Antrieb
16	Kraft- und/oder Wegsensor	49		R2	Linear-Antrieb
17	Spindelantrieb	50			
18	Keil	51			
19	Flansch	52			
20		53		X	Doppelpfeilrichtung
21		54		Y	Doppelpfeilrichtung
22		55			
23		56			
24		57			
25		58			
26		59			
27		60			
28		61			
29		62			
30		63			
31		64			
32		65			
33		66			

P a t e n t a n s p r ü c h e

5 1. Linear-Antrieb, insbesondere Zahnstangenantrieb, mit
zumindest einem Motorelement (2), welches an oder in einem
Halteelement (1.1, 1.2) gelagert ist, wobei das
Motorelement (2) direkt oder indirekt ggf. über ein
integriertes Getriebe (3) ein Ritzel (4) antreibt, welches
10 mit einer Linearführung (5) zusammenwirkt,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Halteelement (1.1, 1.2) über zumindest einen
15 Aktuator (12.1 bis 12.3) gegenüber einem Aufnahmeelement
(6) bewegbar ist.

2. Linear-Antrieb, insbesondere Zahnstangenantrieb, mit
zumindest einem Motorelement (2), welches an oder in einem
20 Halteelement (1.1, 1.2) gelagert ist, wobei das
Motorelement (2) direkt oder indirekt ggf. über ein
integriertes Getriebe (3) ein Ritzel (4) antreibt, welches
mit einer Linearführung (5) zusammenwirkt, dadurch
gekennzeichnet, dass zur Gewährleistung einer permanenten
25 Spielfreiheit und/oder permanenten Zweiflankenberührung
zwischen Ritzel (4) und Linearführung (5) das Halteelement
(1.1, 1.2) nach einer Kraftermittlung in horizontaler
und/oder vertikaler Richtung des Ritzels (4), über
zumindest einen Aktuator (12.1 bis 12.3) gegenüber einem
30 Aufnahmeelement (6) aktiv ansteuerbar im Betrieb regelbar,
bewegbar oder vorspannbar ist.

3. Linear-Antrieb nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass das Halteelement (1.1, 1.2) gegenüber

dem Aufnahmeelement (6) über zumindest ein Führungselement (11) linear hin- und herbewegbar gekoppelt ist.

4. Linear-Antrieb nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
5 dass das Führungselement (11) als Blattfederelement 10, Linearführung, Nadelrollenlager od. dgl. ausgebildet ist.

5. Linear-Antrieb nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Halteelement (1.1, 1.2)
10 gegenüber dem Aufnahmeelement (6) geringfügig beabstandet ist und diese parallel zueinander angeordnet sind.

6. Linear-Antrieb nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils in seitlichen Bereichen im
15 Bereich einer Oberseite (8) und im Bereich einer Unterseite (9) von Halteelement (1.1) und Aufnahmeelement (6) in Flanschbereichen Aufnahmeelement (6) und Halteelement (1) mittels jeweils Blattfederelementen (10) miteinander verbunden sind.

20

7. Linear-Antrieb nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass in einem oder beiden seitlichen Bereichen des Aufnahmeelementes (6) ein Verbindungsstück (13) in eine Ausnehmung (15) des
25 Halteelementes (1.1) zumindest teilweise eingreift und zwischen einem Flansch des Halteelementes (1.1) und dem Verbindungsstück (13) der zumindest eine Aktuator (12.1, 12.2) eingesetzt ist.

30 8. Linear-Antrieb nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (12.1, 12.2) als Piezoaktor, Formgedächtnisaktuator, elektrisch mechanisch oder hydraulisch betriebener Aktuator ausgebildet ist.

35

9. Linear-Antrieb nach wenigstens einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass dem zumindest einen Führungselement (11) zumindest ein Kraft- und/oder Wegsensor (16) zugeordnet ist.

5

10. Linear-Antrieb nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass dem Aktuator (12.1 bis 12.3) zumindest ein Kraft- und/oder Wegsensor (16) zugeordnet ist.

10

11. Linear-Antrieb nach wenigstens einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass dem Verbindungsstück (13), insbesondere im Bereich der Aufnahme des Aktuators (12.1, 12.2) zumindest ein Kraft- und/oder Wegsensor (16)

15 zugeordnet ist.

12. Linear-Antrieb nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass dem Motorelement (2) und/oder Getriebe (3) zumindest ein Kraft- und/oder Wegsensor (16) zugeordnet ist.

20

13. Linear-Antrieb nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass dem Halteelement (1.2) im Bereich einer Oberseite (8) Aktuator (12.3) als ein Spindelantrieb (17) zum linearen Bewegen eines Keiles (18) aufsitzt.

25

14. Linear-Antrieb nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass dem Aufnahmeelement (6) ein Flansch (19) zugeordnet ist, welcher mit dem Keil (18) des Spindelantriebes (17) des Halteelementes (1.2) zusammenwirkt.

30

15. Verfahren zum Betreiben eines Linear-Antriebes (R_1 , R_2), insbesondere Zahnstangenantriebes, bei welchem ein

35

Motorelement (2), welches an oder in einem Halteelement (1.1, 1.2) gelagert ist und ggf. über ein integriertes Getriebe (3) ein Ritzel (4) antreibt mit einer Linearführung (5) zusammenwirkt,

5

dadurch gekennzeichnet,

dass durch eine Kraftermittlung des Ritzels (4) gegenüber der Linearführung (5) in horizontaler und/oder vertikaler
10 Richtung zur Gewährleistung einer permanenten Spielfreiheit und/oder einer permanenten Zweiflankenberührung zwischen Ritzel (4) und Linearführung (5) eine Vorspannkraft des Ritzels (4) gegenüber der Linearführung (5) bestimmt und/oder eingestellt wird.

15

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass im Betrieb bei sich ändernden Beschleunigungen und/oder Geschwindigkeiten und/oder Lasten und/oder Eigengewichte eine Vorspannkraft zwischen Ritzel (4) und
20 Linearführung (5) durch permanente Kraftmessung in horizontaler und/oder vertikaler Richtung für die Ansteuerung der Aktuatoren (12.1, 12.2) bestimmt und/oder verändert und/oder geregelt wird.

25 17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorspannkraft zwischen Ritzel (4) und Linearführung (5) beschleunigungsabhängig im Betrieb zur Gewährleistung einer permanenten Spielfreiheit und/oder permanenten Zweiflankenberührung zwischen Ritzel (4) und
30 Linearführung (5) geregelt wird.

18. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass über die Führungselemente (11), insbesondere die Blattfederelemente (10) eine
35 Vorspannkraft über den zumindest einen Aktuator (12.1 bis

12.3) permanent eingestellt wird und im Betrieb bei sich ändernden Beschleunigungen und/oder Lasten und/oder Geschwindigkeiten die Vorspannkraft permanent verändert und/oder angepasst wird.

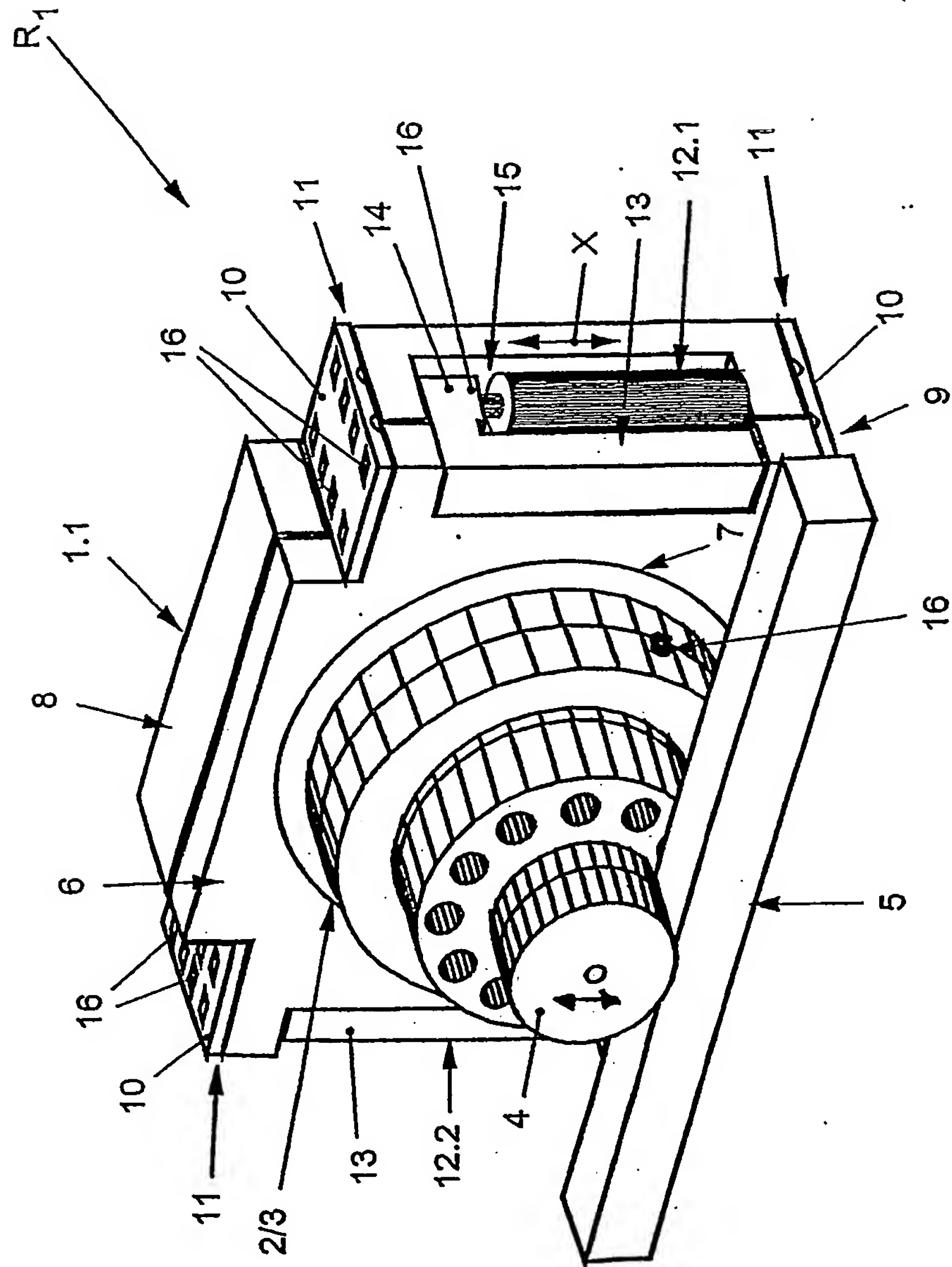


Fig. 1

2/2

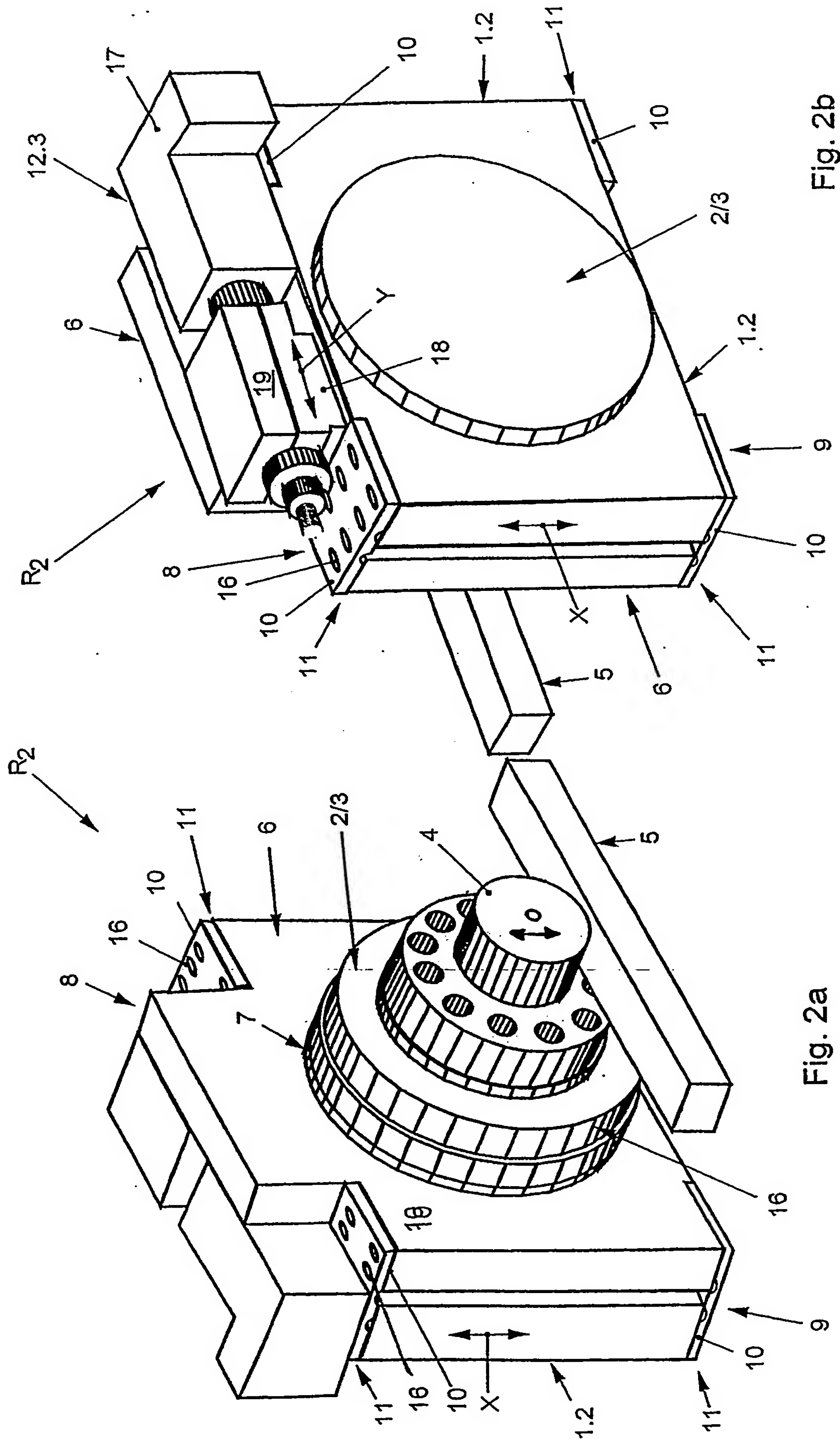


Fig. 2b

Fig. 2a

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.